

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 943 593 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

22.09.1999 Patentblatt 1999/38

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: C04B 38/00, C04B 41/51,  
F01N 3/02

(21) Anmeldenummer: 99103651.8

(22) Anmeldetag: 25.02.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 09.03.1998 DE 19809976

(71) Anmelder:

Thomas Josef Heimbach Gesellschaft mit  
beschränkter Haftung & Co.  
D-52353 Düren (DE)

(72) Erfinder:

- Best, Walter Dr.  
52351 Düren (DE)
- Benthäus, Oliver  
52353 Düren (DE)
- Schäfer, Wolfgang  
52349 Düren (DE)
- Schumacher, Uwe  
52224 Stolberg (DE)

(74) Vertreter:

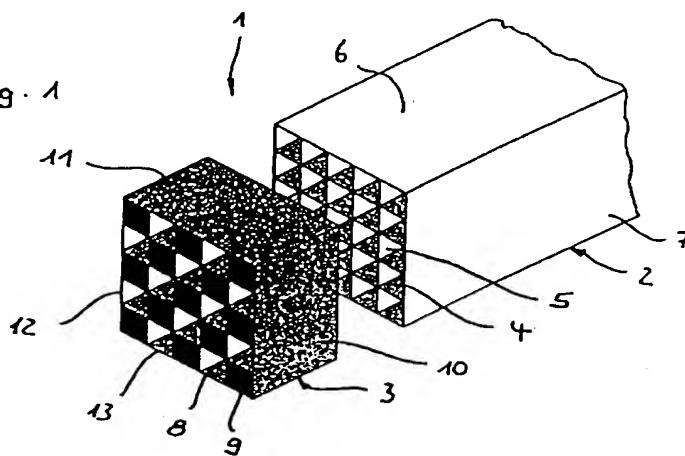
Paul, Dieter-Alfred, Dipl.-Ing. et al  
Fichtestrasse 18  
41464 Neuss (DE)

(54) Formkörper aus einer elektrisch leitfähigen Keramik sowie Verfahren zur Herstellung von Kontaktbereichen an solchen Formkörpern

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Formkörper (1, 16) aus einer elektrisch leitfähigen Keramik, insbesondere Filterkörper, wobei der Formkörper aufgrund von Poren durchströmbar ist und Kontaktbereiche (10, 11, 12, 13, 19) für die Anbringung von Elektroden aufweist, und ist dadurch gekennzeichnet, daß in die Kontaktbereiche (10, 11, 12, 13, 19) ein elektrisch leitfähiges Metall infiltriert ist.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung von Kontaktbereichen (10, 11, 12, 13, 19) für die Anbringung von Elektroden an aufgrund von Poren durchströmbar Formkörpern (1, 16) aus einer elektrisch leitfähigen Keramik, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß in die Kontaktbereiche (10, 11, 12, 13, 19) ein elektrisch leitfähiges Metall infiltriert wird.

Fig. 1



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Formkörper aus elektrisch leitfähiger Keramik, insbesondere Filterkörper, wobei der Formkörper aufgrund von Poren durchströmbar ist und Kontaktbereiche für die Anbringung von Elektroden aufweist. Die Erfindung bezieht sich ferner auf ein Verfahren zur Herstellung von Kontaktbereichen für die Anbringung von Elektroden an aufgrund von Poren durchströmbaren Formkörpern aus elektrisch leitfähiger Keramik.

[0002] Als Filterelemente, aber auch als Träger für Katalysatoren werden zunehmend keramische Formkörper vorgeschlagen. Sie eignen sich insbesondere für die Filtrierung von heißen Gasen, da sie außerordentlich temperaturbeständig sind. Sie sollen deshalb u. a. für die Entfernung von Rußpartikeln im Abgas von Dieselmotoren eingesetzt werden. Dabei hat sich Siliciumcarbid als besonders geeignete Keramikverbindung erwiesen, da sie chemisch stabil ist und eine hohe Wärmeleitfähigkeit sowie Temperatur- und Temperaturwechselbeständigkeit aufweist (vgl. EP-A-0 796 830, DE-C-41 30 630, EP-A-0 336 683, WO 93/13303).

[0003] Für den Einsatz bei Dieselmotoren ist es wichtig, daß die sich am oder im Formkörper abgelagerten Rußteilchen in regelmäßigen Abständen entfernt werden, damit der Durchströmwiderstand in den Wandungen des Formkörpers nicht zu hoch wird. Eine bekannte Abreinigungsmethode besteht darin, den Formkörper durch Anlegen eines elektrischen Stroms so stark aufzuheizen, daß sich die Rußteilchen entzünden und abbrennen. Hierzu muß der Formkörper mit Elektroden verbunden werden, über die der elektrische Strom in den Formkörper eingeleitet werden kann.

[0004] Die Verbindung der Elektroden mit dem Formkörper muß temperaturbeständig sein, und sie muß den starken Temperaturwechseln und den mechanischen Beanspruchungen gewachsen sein. Außerdem wird ein möglichst geringer Übergangswiderstand angestrebt. Das Erreichen dieser Ziele macht wegen der porösen und rauen Oberfläche solcher Formkörper erhebliche Schwierigkeiten. Bekannte Lösungen, wie sie sich beispielsweise aus der US-A-4 505 107, US-A-4 535 539, US-A-4 897 096 und US-A-5 423 904 ergeben, befriedigen nicht.

[0005] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, die Kontaktbereiche an Formkörpern der eingangs genannten Art so zu gestalten, daß eine sichere Anbringung der Elektroden bei geringem Übergangswiderstand gewährleistet ist.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in die Poren der Kontaktbereiche ein elektrisch leitfähiges Metall infiltriert wird. Sofern die Keramik aus einer metallischen Keramikverbindung besteht, sollte für die Infiltration vorzugsweise ein Metall verwendet werden, das gleich dem Metall der Keramikverbindung ist. Dabei ist unter einer metallischen Keramikverbindung im Sinne der vorliegenden

Beschreibung eine Verbindung zu verstehen, die wenigstens ein Metallatom aufweist.

[0007] Es hat sich gezeigt, daß sich durch Infiltration eines elementaren Metalls Kontaktbereiche herstellen lassen, die sich durch Temperaturbeständigkeit und eine für die Befestigung von Elektroden günstige, stabile Oberfläche und geringen Übergangswiderstand auszeichnen. Über den gesamten Temperaturbereich unterscheidet sich die Wärmeausdehnung der Kontaktbereiche nicht wesentlich von den übrigen Bereichen des Formkörpers, d. h. es treten keine Wärmespannungen auf, die den Kontakt beeinträchtigen könnten. Außerdem sind die Kontaktbereiche korrosionsbeständig.

[0008] Unter dem Begriff Metall - sowohl in elementarer Form als auch als Verbindungsbestandteil einer Keramikverbindung - sind im Sinne dieser Beschreibung nicht nur metallische, sondern auch metallartige Elemente, beispielsweise Halbmetalle, zu verstehen. In Frage kommen können neben Silicium auch Wolfram, Tantal, Hafnium, Zirkonium, Titan, Molybdän etc. Der Formkörper selbst kann z. B. aus Metallcarbiden (SiC, WC, TaC, HfC, ZrC, TiC), Metallnitriden (ZrN, TiN), Metallboriden (TiB<sub>2</sub>, ZrB<sub>2</sub>) oder Siliciden (MoSi<sub>2</sub>) bestehen. Besonders bewährt hat sich Siliciumcarbid.

[0009] Um zu vermeiden, daß sich das zu infiltrierende Metall über den gesamten Formkörper ausbreitet, ist vorgeschlagen, daß die Kontaktbereiche zusätzliche Kontaktschichten aus einer elektrisch leitfähigen Keramik aufweisen, in die das Metall infiltriert ist, wobei zweckmäßigerweise die Keramik der Kontaktschichten die gleiche ist wie die des Formkörpers. Ein zu starkes Eindringen des Metalls in den Formkörper selbst kann vor allem dadurch vermieden werden, daß Kontaktschichten feinporiger ausgebildet werden als der Formkörper selbst. In den Kontaktschichten entstehen hierdurch höhere Kapillarkräfte als in dem Formkörper. Diese Kapillarkräfte begrenzen die Infiltration des Metalls in den Formkörper, wobei es durchaus von Vorteil sein kann, wenn das Metall teilweise über die Kontaktschichten hinaus in den Formkörper infiltriert ist. Die Kontaktschichten können zumindest teilweise in den Formkörper eingedrückt sein. Aufgrund solcher Kontaktschichten ergeben sich glatte und hoch leitfähige Kontaktflächen.

[0010] Nach der Erfindung ist ferner vorgesehen, daß der Formkörper einen Kernkörper und Anschlußkörper aufweist, die miteinander verbunden sind, wobei die Kontaktbereiche an den Anschlußkörpern sitzen. Die Infiltration des Metalls kann dabei auf die Anschlußkörper begrenzt werden, indem nur diese getrennt von dem Kernkörper Infiltrationsbedingungen ausgesetzt und dann anschließend mit dem Kernkörper verbunden werden. Vorzugsweise haben Kernkörper und Anschlußkörper die gleiche Keramikbasis. Die Anschlußkörper können als Endkörper dienen. Die Aufteilung des Formkörpers in Kernkörper und Endkörper hat zusätzlich den Vorteil, daß bei der Herstellung des Endkörpers

gleichzeitig auch die Verschlüsse für die durch die Endkörper gehenden Strömungskanäle vorgesehen werden können, z. B. durch entsprechende Formgebung der Endkörper.

[0011] Es ist jedoch nicht zwingend, daß die Anschlußkörper gleichzeitig auch die Endkörper bilden. Sie können unter Aufteilung des Kernkörpers zwischen dessen Teilen angeordnet werden, um andere Strompfade zu realisieren. In beiden Fällen ist es zweckmäßig, wenn die Anschlußkörper als Fortsetzung des Kernkörpers ausgebildet sind, also insbesondere Durchströmkanäle in der gleichen Anordnung und mit gleichen Querschnitten aufweisen. Alternativ können die Anschlußkörper aber auch seitlich an dem Kernkörper angesetzt werden. Es versteht sich, daß über die Anschlußkörper auch eine Mehrzahl von Kernkörpern parallel oder in Reihe miteinander verbunden werden können.

[0012] Die Verbindung der Anschlußkörper mit dem Kernkörper kann beispielsweise durch stoffschlüssiges Fügen mittels Aktivlöten geschehen (vgl. M. Boretius, E. Lugschneider, Aktivlöten - Stoffschlüssiges Fügen keramischer Werkstoffe untereinander und mit Metall, VDI Berichte Nr. 670, 1988). Stattdessen besteht aber auch die Möglichkeit, die Anschlußstücke über eine Verbindungsschicht aus elektrisch leitfähiger Keramik stoffschlüssig mit dem Kernkörper zu verbinden, wobei zweckmäßigerweise auch hier die Keramik von Formkörper und Verbindungsschicht dieselbe ist. Hierdurch entsteht eine feste, elektrisch leitfähige Verbindung zwischen den Teilkörpern. Gleichfalls kann es empfehlenswert sein, die Verbindungsschicht feinporiger auszubilden als den Formkörper, um in die Verbindungsschicht ebenfalls elektrisch leitfähiges Metall infiltrieren zu können. Hierdurch wird der Übergangswiderstand zwischen den Teilkörpern klein gehalten. Dabei ist es durchaus erwünscht, wenn das in die Anschlußkörper infiltrierte Metall teilweise auch in die Verbindungsschicht infiltriert ist.

[0013] Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, daß wenigstens ein Anschlußkörper mit einem Anschlußstück versehen ist, welches Kontaktbereiche hat. Insbesondere wenn die Anschlußkörper Fortsetzungen des Kernkörpers bilden, können hierdurch die Kontaktbereiche für die Anbringung der Elektroden aus dem „heißen“ Bereich des Kernkörpers in kühtere Bereiche verlagert werden. Die Formgebung der Anschlußstücke kann entsprechend dem vorgenannten Zweck beliebig sein. Es bietet sich an, daß die Anschlußstücke wie die Anschlußkörper aus einer elektrisch leitfähigen Keramik mit darin infiltriertem elektrisch leitfähigem Metall bestehen, und zwar zweckmäßigerweise aus der gleichen Keramik, aus der auch die Anschlußkörper bestehen, und mit dem gleichen Metall infiltriert. Anschlußkörper und Anschlußstücke können dabei als ein einheitliches Formstück ausgebildet sein. Wenn dies aus herstellungstechnischen Gründen nicht möglich ist, können die Anschluß-

stücke auch separat hergestellt werden - zweckmäßigerweise im gleichen Arbeitsgang mit den Anschlußkörpern - und dann mit dem jeweiligen Anschlußkörper verbunden werden. Für die Verbindung kommen die gleichen Verfahren in Frage, wie sie oben für die Verbindung von Anschlußkörper und Kernkörper beschrieben sind.

[0014] Die Infiltration des elektrisch leitfähigen Metalls in die Poren der Kontaktbereiche geschieht durch Erhitzen des betreffenden Metalls zumindest auf seine Schmelztemperatur, vorzugsweise sogar auf eine höhere Temperatur, um einen Reaktionsbrand durchzuführen. Die Temperatur kann auch so hoch liegen, daß die Infiltration teilweise oder vollständig über die Dampfphase vorgenommen werden kann. Wenn als Metall Silicium verwendet wird, sollte die Temperatur mindestens 1400°C, vorzugsweise 1600°C betragen. Die Infiltration wird unter Vakuum oder Schutzgas durchgeführt, um die Einwirkung von Sauerstoff auszuschließen.

[0015] Das zu infiltrierende Metall kann in elementarer Form vor dem Infiltrationsvorgang auf die Kontaktflächen aufgebracht werden, beispielsweise als Pulver, Paste, Plättchen, Folie oder dergleichen. In Frage kommt aber auch die Verwendung eines Gemisches aus Substanzen, in denen das Metall überstöchiometrisch vorliegt und das sich durch Erhitzen auf Reaktionstemperatur teilweise zu einer elektrisch leitfähigen Keramik umsetzt.

[0016] Alternativ dazu ist vorgesehen, daß die Kontaktbereiche mit einer Kontaktbeschichtung versehen werden, die Substanzen für die Bildung einer elektrisch leitfähigen Keramikverbindung enthalten, daß diese Substanzen durch Erhitzung auf mindestens Reaktionstemperatur zu der Keramikverbindung unter Bildung von feinporösen Kontaktsschichten umgesetzt wird und daß das Metall gleichzeitig oder danach in die Poren der Kontaktsschichten infiltriert wird. Die Kontaktbeschichtung kann beispielsweise in Pastenform vorliegen und dabei auch einen Überschuß an dem zu infiltrierenden Metall haben. Stattdessen kann das Metall auch in Pulver-, Pasten- und Plättchenform auf der Außenseite der Kontaktbeschichtung aufgebracht und dann Infiltrationsbedingungen unterworfen werden. Dabei sollte die Umsetzung so vorgenommen werden, daß eine Porosität erzielt wird, die geringer ist als die des Formkörpers. Dies vermeidet weitgehend das Infiltrieren des Metalls in den Formkörper selbst. Ferner kann es erwünscht sein, daß das Metall in einer solchen Menge verwendet wird, daß es noch teilweise bis in den Formkörper infiltriert.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren kann so gestaltet werden, daß zunächst ein Kernkörper sowie Anschlußkörper hergestellt werden, daß das Metall nur in die Anschlußkörper getrennt vom Kernkörper infiltriert wird und Kern- und Anschlußkörper miteinander verbunden werden. Auf diese Weise ist gesichert, daß die Infiltration des Metalls auf die Anschlußkörper

begrenzt bleibt. Die Verbindung der Anschlußkörper mit dem Kernkörper kann über Aktivlöten, Hochtemperaturlöten oder Diffusionsschweißen geschehen. Zweckmäßig ist aber auch eine alternative Verfahrensweise, bei der auf die zu verbindenden Flächen von Anschlußkörpern und/oder Kernkörper eine Verbindungsbeschichtung aufgetragen wird, die Substanzen für die Bildung einer elektrisch leitfähigen Keramikverbindung enthalten, und daß diese Substanzen zu der Keramikverbindung durch Erhitzen auf wenigstens Reaktions temperatur zur Bildung einer elektrisch leitfähigen Verbindungsschicht umgesetzt werden. Zweckmäßigerweise erfolgt die Umsetzen der Substanzen zu der Keramikverbindung gleichzeitig mit der Infiltration des Metalls in die Poren der Kontaktbereiche. Dabei ist es für die Verbindung günstig, daß für die Verbindungs beschichtungen Substanzen verwendet werden, welche sich zu der gleichen Keramikverbindung umsetzen, aus der auch der Formkörper besteht.

[0018] Auch bei dieser Verbindungart besteht die Möglichkeit, in die Verbindungsschicht ein elektrisch leitfähiges Metall zu infiltrieren, wobei es auch dann zweckmäßig ist, wenn bei der Umsetzung der Verbindungsschicht eine geringere Porosität erzielt wird als die des Formkörpers. Sofern eine metallische Keramikverbindung verwendet wird, ist es von Vorteil, wenn zum Infiltrieren wiederum ein Metall verwendet wird, das gleich dem Metall der Keramikverbindung ist, welche die Verbindungsschicht bildet. Die Infiltration des Metalls kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß das Metall in der Verbindungsbeschichtung überstöchiometrisch vorliegt. Dabei sollte eine solche Menge Metall verwendet werden, daß es auch teilweise zu einer Infiltration in den Formkörper kommt.

[0019] Schließlich ist gemäß der Erfindung vorgesehen, daß die Elektroden durch Aktivlöten, Hochtemperaturlöten oder Diffusionsschweißen mit den Kontaktflächen verbunden werden. Die Elektroden sollten in ihrer Wärmedehnung durch geometrische oder stoffspezifische Faktoren an die des Formkörpers angepaßt sein.

[0020] In der Zeichnung ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher veranschaulicht. Es zeigen:

Figur 1 die Schrägangsicht eines Teils eines Formkörpers mit separatem Anschlußkörper;

Figur 2 die Schrägangsicht eines Formkörpers mit einem anderen Anschlußkörper und

Figur 3 die Schrägangsicht eines anderen Formkörpers.

[0021] Der in Figur 1 dargestellte Formkörper 1 besteht aus einem Kernkörper 2 und zwei Endkörper bildenden Anschlußkörpern 3, die in Durchströmrichtung gesehen für die Endbereiche des Kernkörpers 2

bestimmt sind und von denen hier nur einer gezeigt ist. Der Kernkörper 2 ist wabenförmig aufgebaut und weist demgemäß eine Vielzahl von sich in Längsrichtung erstreckenden Durchströmkanälen - beispielhaft mit 4 bezeichnet - auf. Die Durchströmkanäle 4 sind durch poröse Zwischenwandungen - beispielhaft mit 5 bezeichnet - getrennt. Auch die Außenwandungen 6, 7 sind porös.

[0022] Der Anschlußkörper 3 ist gleichartig wie der Kernkörper 2 aufgebaut und bildet nach Verbindung der beiden Körper 2, 3 eine Fortsetzung des Kernkörpers 2. Auch er weist Durchströmkanäle - beispielhaft mit 8 bezeichnet - auf, welche koaxial zu den Durchströmkanälen 4 im Kernkörper 2 liegen. Allerdings ist jeder zweite Durchströmkanal 8 mittels einer Verstopfung oder Abdeckung - beispielhaft mit 9 bezeichnet - geschlossen, so daß sich ein schachbrettartiges Muster von geschlossenen und offenen Durchströmkanälen 8 ergibt. Der hier nicht gezeigte, für das andere Ende des Kernkörpers 2 vorgesehene Anschlußkörper ist in gleicher Weise als Endkörper ausgebildet wie der Anschlußkörper 3, jedoch mit dem Unterschied, daß die beim Anschlußkörper 3 offenen Durchströmkanäle 8 geschlossen und die beim Anschlußkörper 3 geschlossenen Durchströmkanäle 8 offen sind. Hierdurch wird der über den Anschlußkörper 3 einströmende Gasstrom gezwungen, durch die Zwischenwandungen 5 hindurchzuströmen, da er nur so in die beim anderen Anschlußkörper offenen Durchströmkanäle gelangt. Die Durchströmung der Zwischenwandungen 5 erzeugt die Filterwirkung des Formkörpers 1.

[0023] Der Kernkörper 2 und die Anschlußkörper 3 bestehen aus einem elektrisch leitfähigen Siliciumcarbid. In die Anschlußkörper 3 ist zusätzlich elementares Silicium eingeschliffen worden. Die Infiltration erfolgte bei 1600°C unter Vakuum, wobei das Silicium in Plättchenform auf die Außenwandungen 10, 11, 12, 13 aufgebracht worden ist. Statt der Plättchen können auch Suspensionen, Pasten oder dergleichen mit elementarem Silicium aufgebracht werden. Es besteht ferner die Möglichkeit, die Anschlußkörper 3 nach Verflüssigung des Siliciums in dieses einzutauchen. Die Infiltration des Siliciums in die Anschlußkörper 3 hat zur Folge, daß diese eine um den Faktor 10 bis 100 verbesserte elektrische Leitfähigkeit erhalten. Außerdem entsteht eine glattere Oberfläche. Beides begünstigt das Anlöten von Elektroden, über die dann elektrischer Strom durch die Anschlußkörper 3 und den Kernkörper 2 geleitet werden kann.

[0024] Nach der Infiltration werden die Anschlußkörper 3 mit dem Kernkörper 2 verbunden. Dies kann durch Aktivlöten geschehen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, die Anlageflächen von Kernkörper 2 und Anschlußkörper 3 mit einer Paste aus Silicium- und Kohlenstoffpulver - eventuell noch versetzt mit kohlenstoffhaltigen Hilfsstoffen - zu versehen und dann die Anschlußkörper 3 an den Kernkörper 2 anzusetzen und den so gebildeten Formkörper 1 einem Reaktionsbrand

auszusetzen. Hierdurch entsteht SiC, das bei dem Reaktionsbrand eine stoffschlüssige Verbindung mit dem SiC der Anschlußkörper 3 und des Kernkörpers 2 eingeht und so für eine feste und zudem elektrisch leitfähige Verbindung sorgt. Zur Herabsetzung des Übergangswiderstands kann auch hier zusätzlich Silicium infiltriert werden, beispielsweise indem es in der Paste überstöchiometrisch vorliegt.

[0025] Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 unterscheidet sich von dem gemäß Figur 1 nur dadurch, daß die Anschlußkörper 3 an einer Seite angesetzte Anschlußstücke 15 aufweisen, in die in oben beschriebener Weise Silicium infiltriert ist und die deshalb Kontaktbereiche für Elektroden bilden.

[0026] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 liegt ein einstückiger Formkörper 16 aus Siliciumcarbid mit einer Länge von 30 cm, einer Kantenlänge von 4 cm und einem Längenwiderstand von 3 Ohm bei Raumtemperatur vor. In gleicher Weise wie bei den Anschlußköpfen 3 gemäß den Figuren 1 und 2 sind an den Enden des Formkörpers 16 jeder zweite Durchströmkanal - beispielhaft mit 17 bezeichnet - durch eine Abdeckung - beispielhaft mit 18 bezeichnet - geschlossen, so daß sich auch hier ein schachbrettartiges Muster von offenen und geschlossenen Durchströmkanälen 17 bildet. Die an der gezeigten Seite offenen Durchströmkanäle 17 sind an der anderen Seite geschlossen, während die mit den Abdeckungen 18 versehenen Durchströmkanäle 17 an der anderen Seite offen sind. [0027] Beide Endbereiche des Formkörpers 16 sind mit einer Kontaktsschicht 19 versehen, die sich über den Umfang des Formkörpers 16 erstreckt. Die Kontaktsschicht 19 ist teilweise in die Außenwandungen 20, 21 des Formkörpers 16 eingedrückt. Für die Herstellung der Kontaktsschicht sind zunächst Siliciumpulver mit einer Korngröße < 100 µm und Graphitpulver mit einer Korngröße < 100 µm im Gewichtsverhältnis 3:1 gemischt worden. Dann wurde ein kohlenstoffhaltiger Binder in einer Menge zugesetzt, daß der Kohlenstoff leicht unterstöchiometrisch vorgelegen hat. Dieses Pulvergemisch wurde mit gerade so viel Wasser angerührt, daß eine bindige, zähe Paste entstand, die auf die beiden Enden des Formkörpers 16 2 cm breit aufgestrichen wurde. Auf jedem Ende des Formkörpers 16 wurden 4 g der Paste als dünne Schicht aufgetragen. Die so erhaltenen Kontaktbeschichtungen wurden zusätzlich mit 2 bis 7 g Silicium in Plättchen- oder Pulverform anpräpariert.

[0028] Nach einer Trocknung bei 130°C wurde der Formkörper 16 bei 1600°C unter Vakuum einem Reaktions- und Infiltrationsbrand unterzogen. Hierbei wurde der Binder pyrolysiert und in reaktionsfähigen Kohlenstoff umgewandelt. Die Kontaktbeschichtung reagierte zu SiC unter Ausbildung der Kontaktsschicht 19 mit einer wesentlich geringeren Porosität als die des Formkörpers 16. Gleichzeitig wurde das elementare Silicium in die Kontaktsschicht 19 infiltriert, wobei die Infiltration im wesentlichen auf die Kontaktsschicht 19 beschränkt

blieb, da sie wegen ihrer Feinporigkeit höhere Kapillarkräfte erzeugt als der Formkörper 16 selbst. Die Kontaktsschicht 19 wurde stoffschlüssig mit dem übrigen Formkörper 16 verbunden und hat mit diesem im wesentlichen gleiche Eigenschaften. Allerdings ist die elektrische Leitfähigkeit um den Faktor 10 bis 100 höher als im Formkörper 16 selbst.

#### Patentansprüche

- 5 1. Formkörper (1, 16) aus einer elektrisch leitfähigen Keramik, insbesondere Filterkörper, wobei der Formkörper aufgrund von Poren durchströmbar ist und Kontaktbereiche (10, 11, 12, 13, 19) für die Anbringung von Elektroden aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß in die Kontaktbereiche (10, 11, 12, 13, 19) ein elektrisch leitfähiges Metall infiltriert ist.
- 10 2. Formkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramik aus einer metallischen Keramikverbindung besteht und das Metall der Keramikverbindung und das infiltrierte Metall gleich sind.
- 15 3. Formkörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktbereiche Kontaktsschichten (19) aus einer elektrisch leitfähigen Keramik aufweisen, in die das Metall infiltriert ist und daß die Kontaktsschichten (19) feinporiger ausgebildet sind als der Formkörper (16).
- 20 4. Formkörper nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall teilweise über die Kontaktsschichten (19) hinaus in den Formkörper (16) infiltriert ist.
- 25 5. Formkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Formkörper (1) einen Kernkörper (2) und Anschlußkörper (3) aufweist, die untereinander verbunden sind, wobei die Kontaktbereiche (10, 11, 12, 13) an den Anschlußköpfen (3) sitzen.
- 30 6. Formkörper nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußkörper (3) als Fortsetzungen des Kernkörpers (2) ausgebildet sind.
- 35 7. Formkörper nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußkörper (3) mit dem Kernkörper (2) durch Aktivlöten, Hochtemperaturlöten oder Diffusionsschweißen oder über eine Verbindungsschicht aus einer elektrisch leitfähigen Keramik mit dem Kernkörper (2) verbunden sind.
- 40 8. Formkörper nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußkörper (3) zusätzliche Anschlußstücke (15) aufweisen,

welche Kontaktbereiche haben.

9. Formkörper nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußstücke aus einer elektrisch leitfähigen Keramik mit darin infiltriertem elektrisch leitfähigem Metall bestehen. 5
10. Verfahren zur Herstellung von Kontaktbereichen (10, 11, 12, 13, 19) für die Anbringung von Elektroden an aufgrund von Poren durchströmmbaren Formkörpern (1, 16) aus einer elektrisch leitfähigen Keramik, dadurch gekennzeichnet, daß in die Kontaktbereiche (10, 11, 12, 13, 19) ein elektrisch leitfähiges Metall infiltriert wird. 10
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine metallische Keramikverbindung verwendet und in diese ein Metall infiltriert wird, welches gleich dem Metall der Keramikverbindung ist. 15
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß für die Infiltration ein Gemisch aus Substanzen verwendet wird, in dem das Metall überstöchiometrisch vorliegt und das sich durch Erhitzen auf Reaktionstemperatur teilweise zu einer elektrisch leitfähigen Keramikverbindung umsetzt. 20
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktbereiche (10, 11, 12, 13) mit einer Kontaktbeschichtung versehen werden, die Substanzen für die Bildung einer elektrisch leitfähigen Keramikverbindung enthalten, daß diese Substanzen durch Erhitzung auf mindestens Reaktionstemperatur zu der Metallverbindung unter Bildung von porösen Kontaktsschichten (19) umgesetzt werden und daß das Metall gleichzeitig oder danach in die Poren der Kontaktsschichten (19) infiltriert wird. 25
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß für die Kontaktbeschichtungen Substanzen verwendet werden, welche sich zu derselben Keramikverbindung umsetzen, aus der auch der Formkörper (16) besteht. 30
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Umsetzung eine Porosität erzielt wird, die geringer ist als die des Formkörpers (16). 35
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall in einer solchen Menge verwendet wird, daß es teilweise auch in den Formkörper (16) infiltriert. 55
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekenn- 5
- zeichnet, daß zunächst ein Kernkörper (2) und Anschlußkörper (3) hergestellt werden, daß das Metall in die Anschlußkörper (3) infiltriert wird und daß Kern- und Anschlußkörper (2, 3) miteinander verbunden werden. 10
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußkörper (3) an den Enden des Kernkörpers (2) angesetzt werden. 15
19. Verfahren nach Anspruch 17 und 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußkörper (3) mit dem Kernkörper (2) durch Aktivlöten, Hochtemperaturlöten oder Diffusionsschweißen verbunden werden oder daß auf die zu verbindenden Flächen von Anschlußkörper (3) und/oder Kernkörper (2) eine Verbindungsbeschichtung aufgetragen wird, die Substanzen für die Bildung einer elektrisch leitfähigen Keramikverbindung enthält, und daß diese Substanzen zu der Keramikverbindung durch Erhitzen auf wenigstens Reaktionstemperatur unter Bildung einer Verbindungsschicht umgesetzt werden. 20
20. Verfahren nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß das Umsetzen der Substanzen zu der Keramikverbindung gleichzeitig mit der Infiltration des Metalls in die Poren der Kontaktbereiche (10, 11, 12, 13) durchgeführt wird. 25
21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Umsetzung eine Porosität erzielt wird, die geringer ist als die des Formkörpers (1). 30
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß in die Verbindungs- schicht ein elektrisch leitfähiges Metall infiltriert wird und daß für die Verbindungsbeschichtung Substanzen verwendet werden, die sich zu einer metallischen Keramikverbindung umsetzen, und daß zum Infiltrieren ein Metall verwendet wird, das gleich dem Metall dieser Keramikverbindung ist. 35
23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekenn- 40
- zeichnet, daß das Metall in einer solchen Menge verwendet wird, daß es auch teilweise in den Form- körper (1) infiltriert. 45
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Anschlußkörper (3) mit einem Anschlußstück (15) versehen ist, welches Kontaktbereiche aufweist. 50
25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekenn- 55
- zeichnet, daß die Anschlußstücke (15) aus einer elektrisch leitfähigen Keramik mit darin infiltriertem elektrisch leitfähigem Metall bestehen. 6

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 25,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden mit  
den Kontaktbereichen (10, 11, 12, 13, 19) durch  
Aktivöten, Hochtemperaturlöten oder Diffusions-  
schweißen verbunden werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

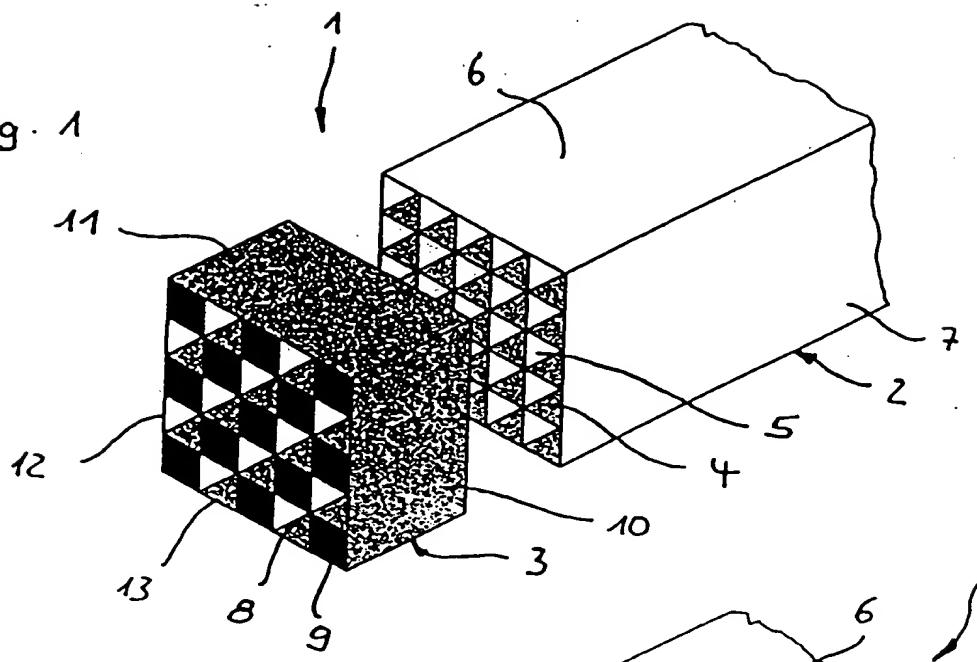


Fig. 2

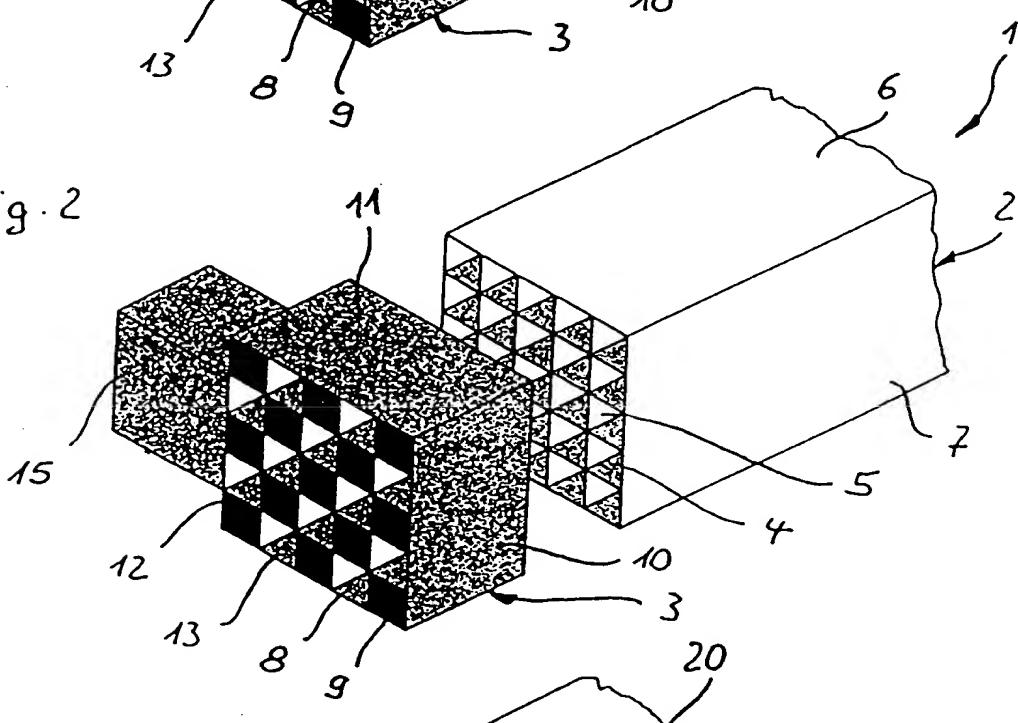
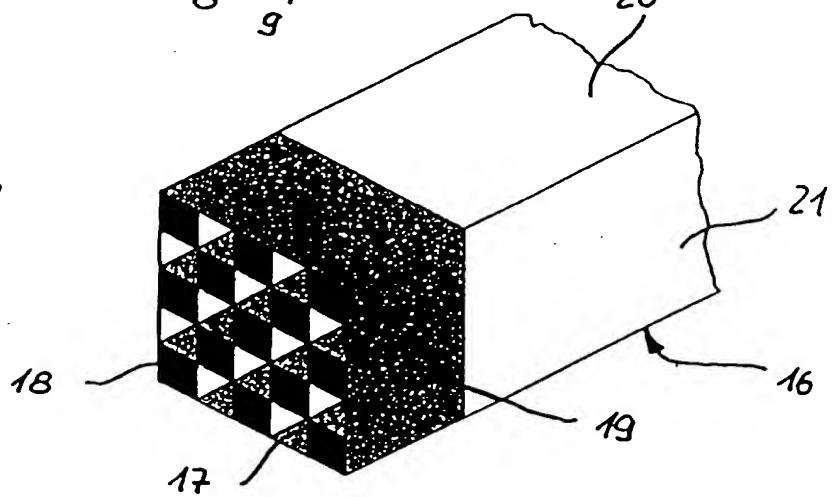


Fig. 3





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 10 3651

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)						
X	US 4 813 231 A (BYKOWSKI BRUCE B) 21. März 1989 * Spalte 3, Zeile 62 – Spalte 4, Zeile 2 * * Spalte 4, Zeile 60 – Zeile 63 * * Spalte 5, Zeile 5 – Spalte 6, Zeile 50 *	1,7,10, 22	C04B38/00 C04B41/51 F01N3/02						
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 013 (C-397), 14. Januar 1987 & JP 61 187912 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 21. August 1986 * Zusammenfassung *	1,10							
X	DE 37 04 930 A (DAIMLER BENZ AG) 28. April 1988 * Spalte 2 – Spalte 3; Anspruch 1; Beispiel 1 *	1,7,10, 25,26							
X	WO 93 13303 A (STOBBE PER) 8. Juli 1993 * Seite 13, Zeile 4 – Zeile 30; Ansprüche 1,8; Beispiel 1 *	1,10,19							
A	DE 44 13 127 C (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH) 5. Oktober 1995 * Ansprüche 1,13,15; Abbildung 3 *	1,3,10	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6) C04B F01N						
A	DE 41 30 630 A (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH) 18. März 1993 * Spalte 3, Zeile 14 – Zeile 33 *	1,10							
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchenort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 33%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>MÜNCHEN</td> <td>2. Juli 1999</td> <td>Rauscher, M</td> </tr> </table> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichttechnische Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	MÜNCHEN	2. Juli 1999	Rauscher, M
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
MÜNCHEN	2. Juli 1999	Rauscher, M							

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 10 3651

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

02-07-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4813231	A	21-03-1989	KEINE		
DE 3704930	A	28-04-1988	KEINE		
WO 9313303	A	08-07-1993	KEINE		
DE 4413127	C	05-10-1995	WO	9528365 A	26-10-1995
DE 4130630	A	18-03-1993	AT	144759 T	15-11-1996
			CA	2119025 A	01-04-1993
			WO	9306059 A	01-04-1993
			DE	59207469 D	05-12-1996
			DK	603259 T	24-02-1997
			EP	0603259 A	29-06-1994
			ES	2096101 T	01-03-1997
			FI	941180 A	11-03-1994
			GR	3022383 T	30-04-1997
			JP	6510734 T	01-12-1994
			PT	100866 A	31-01-1994
			US	5474587 A	12-12-1995